

SISTEMA DE PROJEÇÃO

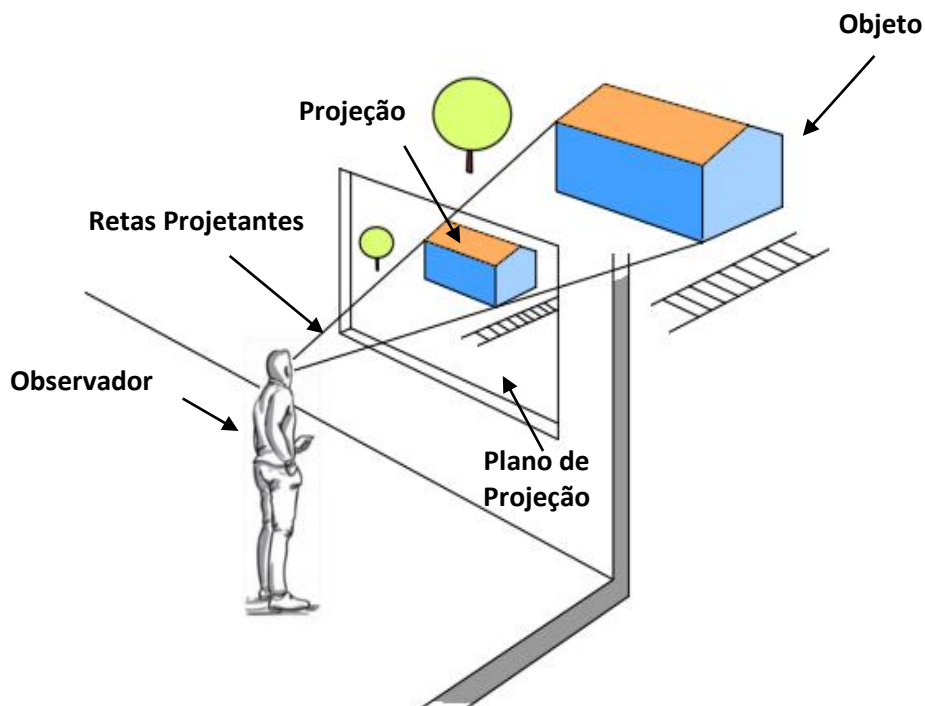
CRISTINA ALBA WILDT TORREZZAN

1 INTRODUÇÃO

O termo sistema é conceituado como o “conjunto metódico de princípios interdependentes, sobre os quais se estabelece uma doutrina, uma crença ou uma teoria” (Michaelis, 2020). Por sua vez, a palavra projeção significa o “ato ou efeito de projetar-se” (Michaelis, 2020). Dessa forma, no contexto de desenho técnico, pode-se entender por sistema de projeção o conjunto de elementos que, através de procedimentos específicos, constituem a projeção bidimensional de objetos.

Imagine que você está olhando pela janela e enxergando a casa do vizinho do outro lado da calçada. Se você desenhar a referida casa no vidro da janela, estará realizando uma projeção, pois efetuará a representação da edificação em uma superfície plana (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de Sistema de Projeção



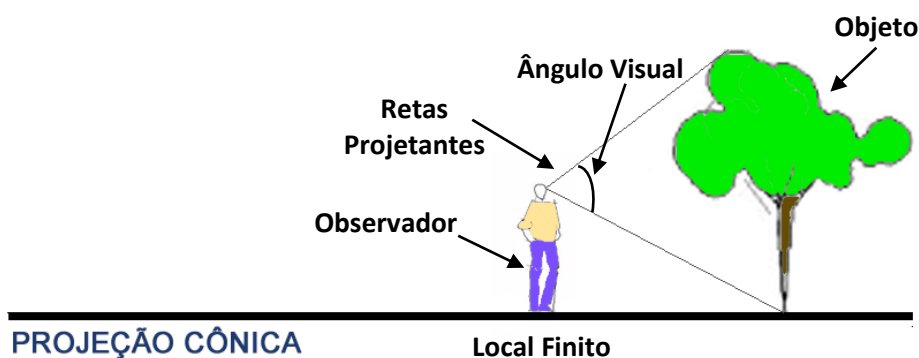
Fonte: Adaptado de Montenegro, 1983, p. 20.

A visualização de um filme na tela do cinema é outro exemplo de projeção. A sombra de um prédio na calçada também, assim como o desenho de um objeto no papel. O que todos esses exemplos possuem em comum são os elementos de projeção envolvidos: objeto, retas projetantes e plano de projeção. No entanto, dependendo da posição do observador, diferentes tipos de projeção serão constituídos, originando distintos desenhos, como a perspectiva (apresenta as três dimensões do objeto em apenas uma vista) e as vistas ortográficas (exibe duas dimensões do objeto em cada vista), conforme será abordado nos itens a seguir.

2 PROJEÇÃO CÔNICA

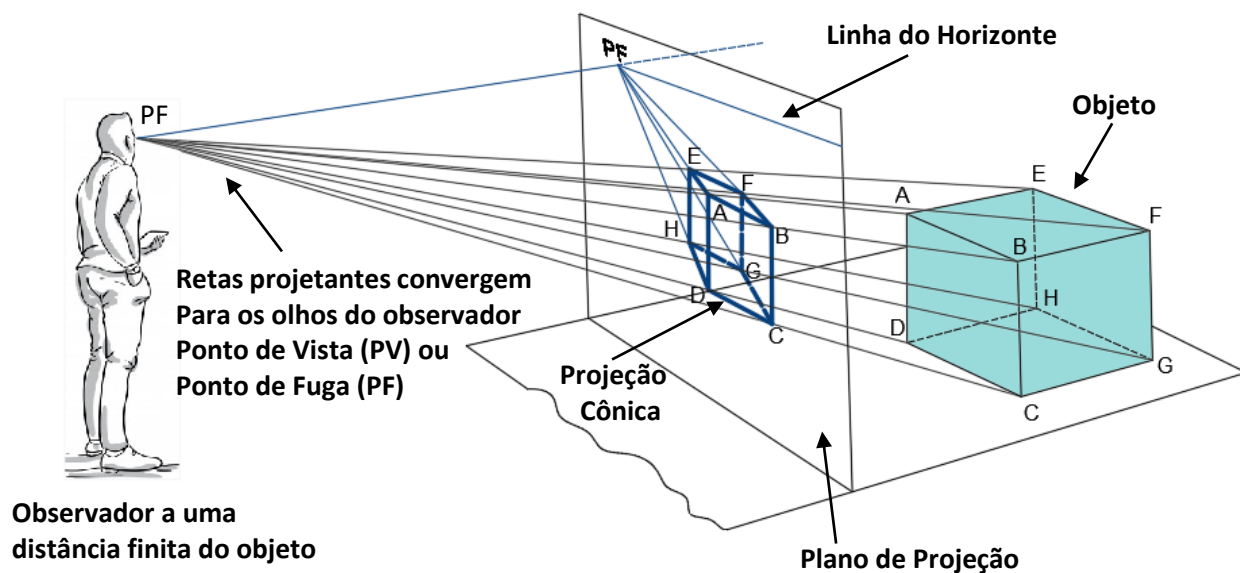
Na projeção cônica, o observador localiza-se em algum local finito, ou seja, que se possa calcular. Considera-se que as retas projetantes partem dos olhos desse observador, divergindo em direção ao objeto visualizado (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Retas Projetantes Divergentes – Cone Visual



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 3 – Elementos da Projeção Cônica



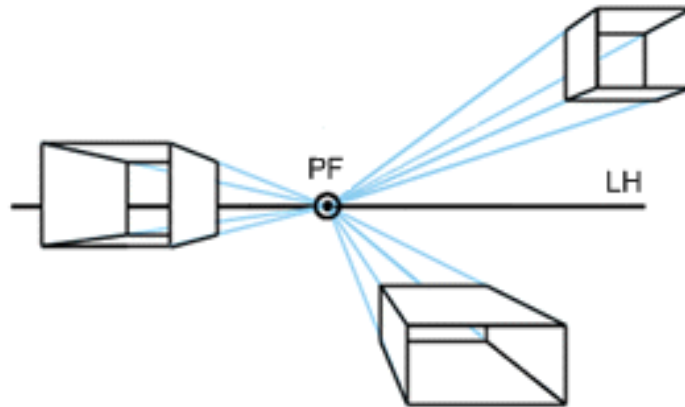
PERSPECTIVA CÔNICA

Fonte: Adaptado de Geisecke, 2002, p. 157.

Como consequência dessa projeção, tem-se a perspectiva cônica (PC), conforme demonstrado na Figura 3. Sua principal característica é o ponto de fuga. Desse modo, verifica-se que nas perspectivas cônicas as retas que, no objeto, são paralelas entre si, no desenho, aparecerão convergindo para um

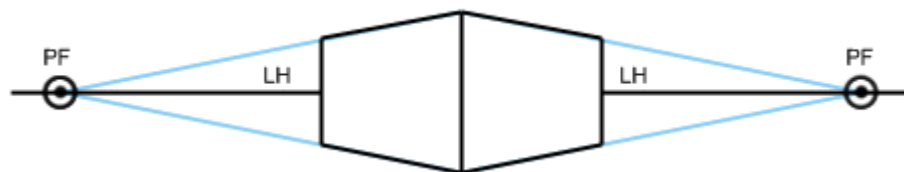
mesmo ponto – o ponto de fuga, com exceção apenas das retas que estiverem posicionadas paralelas ao plano de projeção - essas continuarão paralelas na PC. A perspectiva poderá ser de um, dois ou mais pontos de fuga (Figuras 4, 5 e 6).

Figura 4– Perspectiva com um ponto de fuga



Fonte: Adaptado de Gouveia, 2020.

Figura 5 – Perspectiva com dois pontos de fuga



Fonte: Adaptado de Gouveia, 2020.

Figura 6 – Perspectiva com três pontos de fuga

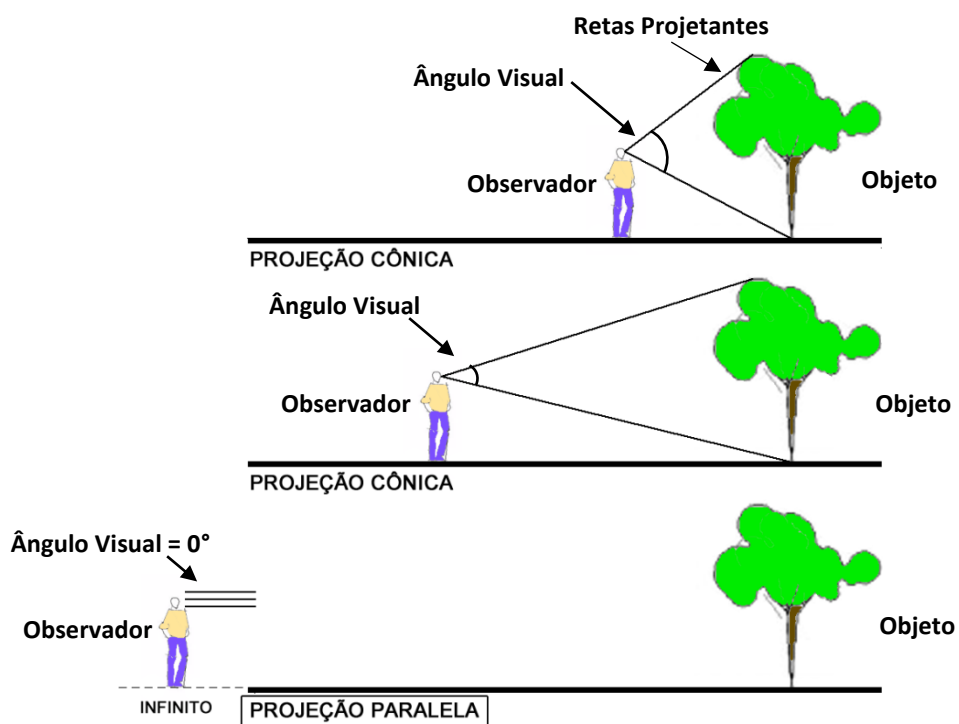


Fonte: Adaptado de Gouveia, 2020.

3 PROJEÇÃO PARALELA OU CILÍNDRICA

A projeção paralela ou cilíndrica é originária de uma situação imaginária. Idealiza-se que o observador está tão longe do objeto (tendendo ao infinito), que o ângulo entre as retas projetantes se constitui em 0° (Figura 7).

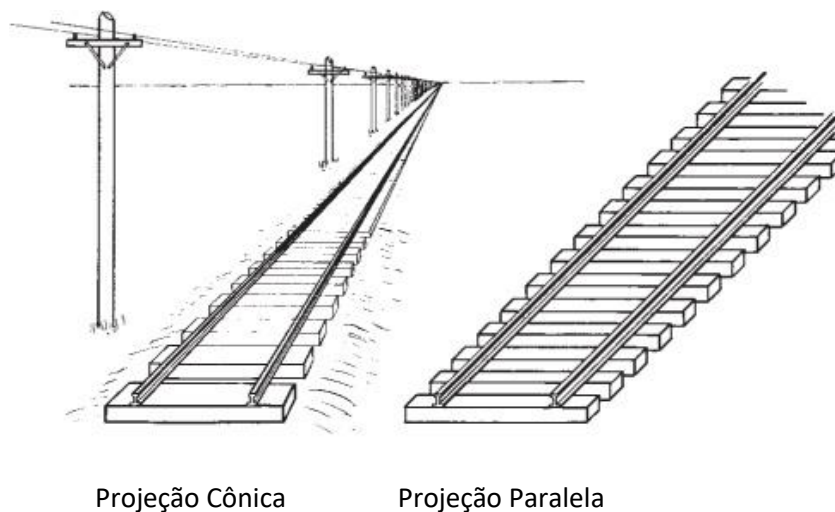
Figura 7 – Ângulo visual nas projeções cônica e paralela



Fonte: A Autora, 2020.

O desenho resultante desse método de representação é diferente da imagem percebida pelo olho humano ao visualizar os objetos (Figura 8).

Figura 8 – Representação nas projeções Cônica e Paralela



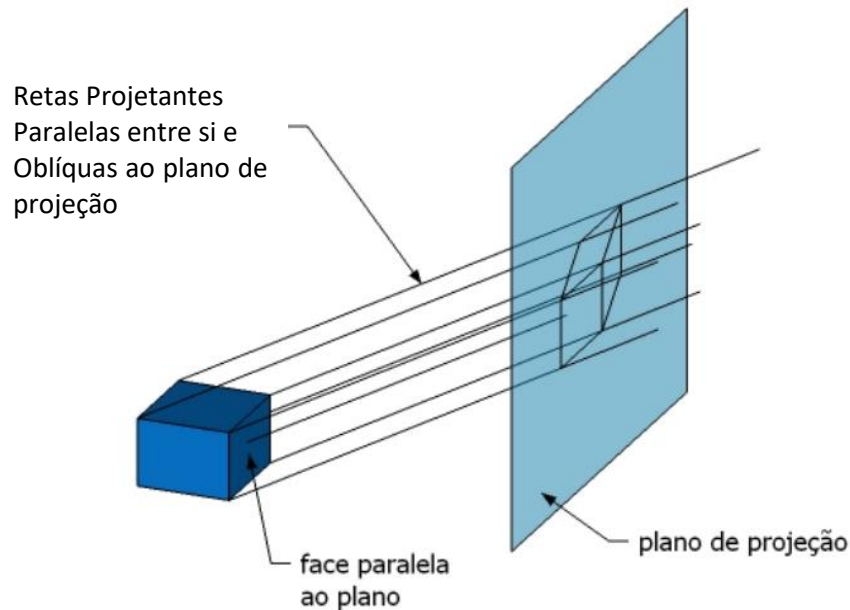
Fonte: Adaptado de Goodman (2018)

No entanto, ele fornece maior precisão, pois todas as linhas que forem paralelas entre si no objeto, também serão projetadas paralelas no desenho. Dependendo da posição do observador em relação ao objeto, a projeção paralela pode ser Ortogonal ou Oblíqua.

3.1 PROJEÇÃO PARALELA OBLÍQUA

A projeção paralela oblíqua ocorre quando o observador, localizado no infinito, está oblíquo em relação ao objeto, visualizando mais de uma face da peça ao mesmo tempo. Por esse motivo, as retas projetantes também se projetam oblíquas (Figura 9).

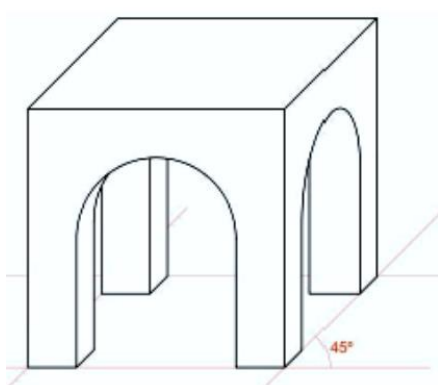
Figura 9 – Retas projetantes oblíquas em relação ao plano de projeção



Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

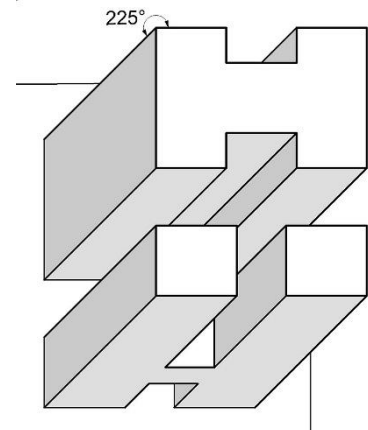
Como consequência desta projeção, têm-se dois tipos de perspectiva: (i) a cavaleira (observador paralelo à face frontal do objeto) e (ii) a militar (observador paralelo à face superior).

Figura 10 – Perspectiva Cavaleira



Fonte: Júnior e Machado, 2020.

Figura 11 – Perspectiva Militar

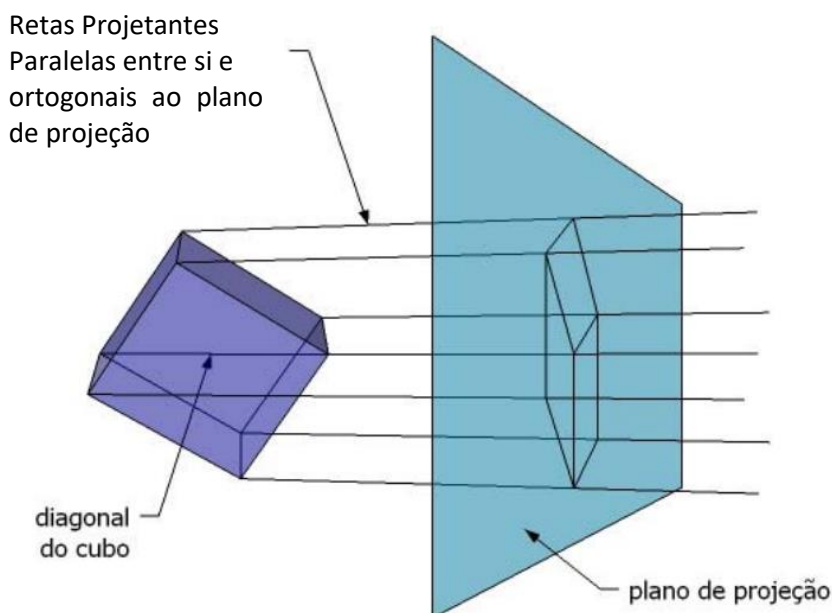


Fonte: Carcassi, 2012.

3.2 PROJEÇÃO PARALELA ORTOGONAL

A projeção paralela ortogonal caracteriza-se pelo observador localizar-se perpendicular ao objeto. Desse modo, as retas projetantes também incidem com um ângulo de 90° no plano de projeção (Figura 12).

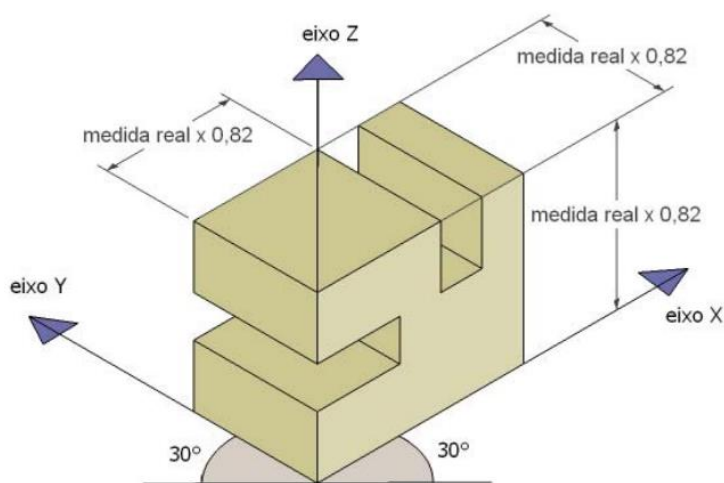
Figura 12 – Projeção paralela ortogonal



Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

Como consequência da projeção paralela ortogonal tem-se as **perspectivas axonométricas (PA)** e as **vistas ortográficas (VO)**. As PA dividem-se em: isométrica, dimétrica e trimétrica (Figuras 13, 14 e 15). Todas possuem coeficientes de redução, no entanto, a isométrica é a única que possui a mesma redução nos três eixos (x, y e Z), de modo a normalmente ser desenhada em verdadeira grandeza.

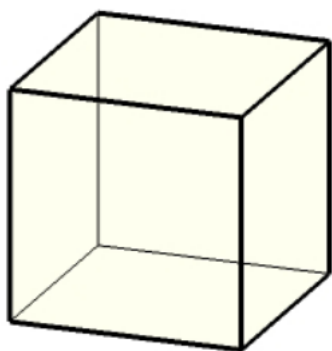
Figura 13 – Perspectiva Isométrica



Eixos	Coeficiente de Redução	Ângulo		
		ξ	ϕ	ζ
X	0,82	180°	180°	180°
Y	0,82			
Z	0,82			

Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

Figura 14 – Perspectiva Dimétrica

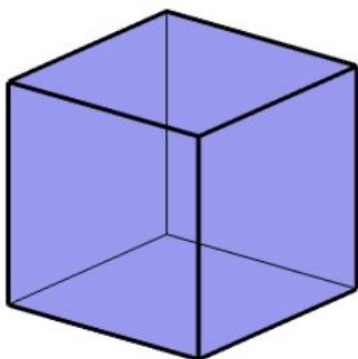


Eixos	Coeficiente de Redução	Ângulo		
		ξ	ϕ	ζ
X	0,943	131°25'	97°10'	131°25'
Y	0,471			
Z	0,943			

Os coeficientes de redução variam de acordo com os ângulos utilizados no desenho.

Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

Figura 15 – Perspectiva Trimétrica



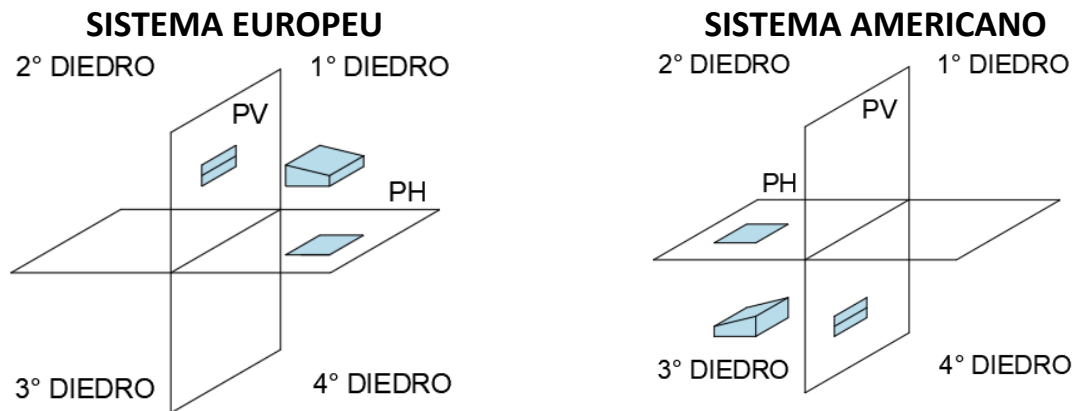
Eixos	Coeficiente de Redução	Ângulo		
		ξ	ϕ	ζ
X	0,811	114°46'	114°46'	114°46'
Y	0,695			
Z	0,927			

Os coeficientes de redução variam de acordo com os ângulos utilizados no desenho.

Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

As vistas ortográficas são representações técnicas, em duas dimensões, que apresentam, com precisão, todos os elementos constituintes de um determinado objeto. Esse método, originário da geometria descritiva, apoiou a construção de produtos em série durante a revolução industrial, justamente pela sua precisão possibilitar a reprodução fiel de artefatos. Dessa forma, para a elaboração das vistas ortográficas, considera-se que o observador se posiciona bem em frente a cada face do objeto, representando-a em um plano de projeção (PP) através de projetantes ortogonais. Por sua vez, o PP pode localizar-se depois do objeto (Sistema Europeu – representação no 1° diedro) ou antes do objeto (Sistema Americano – representação no 3° Diedro) (Figuras 16, 17 e 18).

Figura 16 – Representação de objeto no 1° e 3° diedros



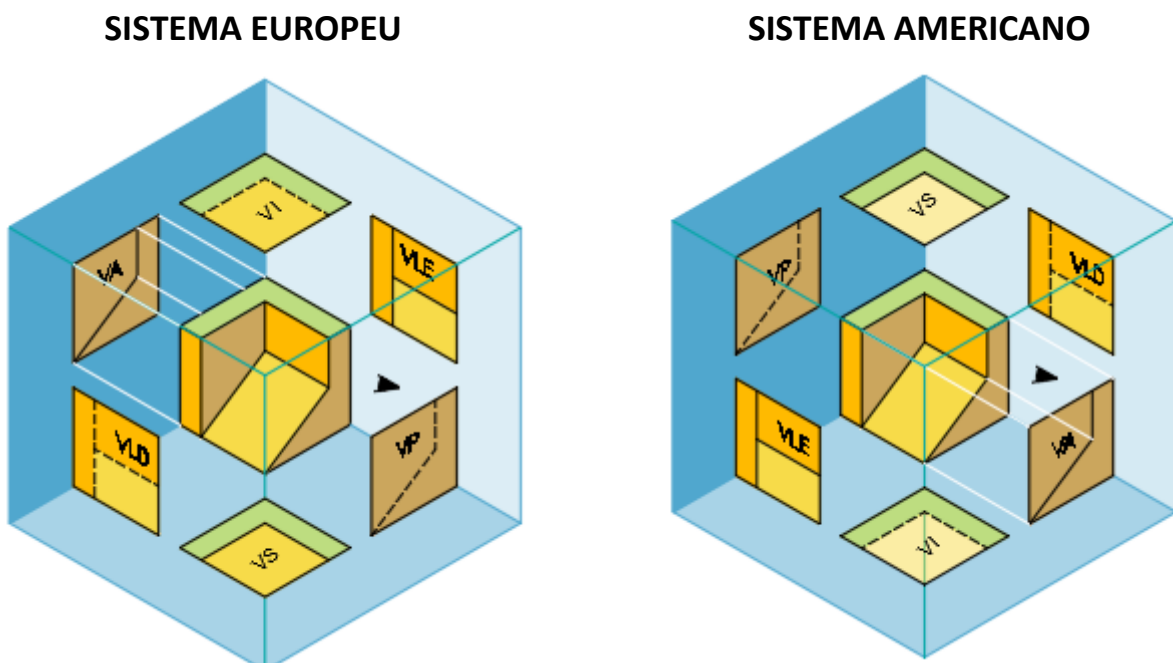
Fonte: a Autora, 2020.

Figura 17 - Símbolo da projeção ortográfica no 1° e 3° Diedro



Fonte: NBR 10067.

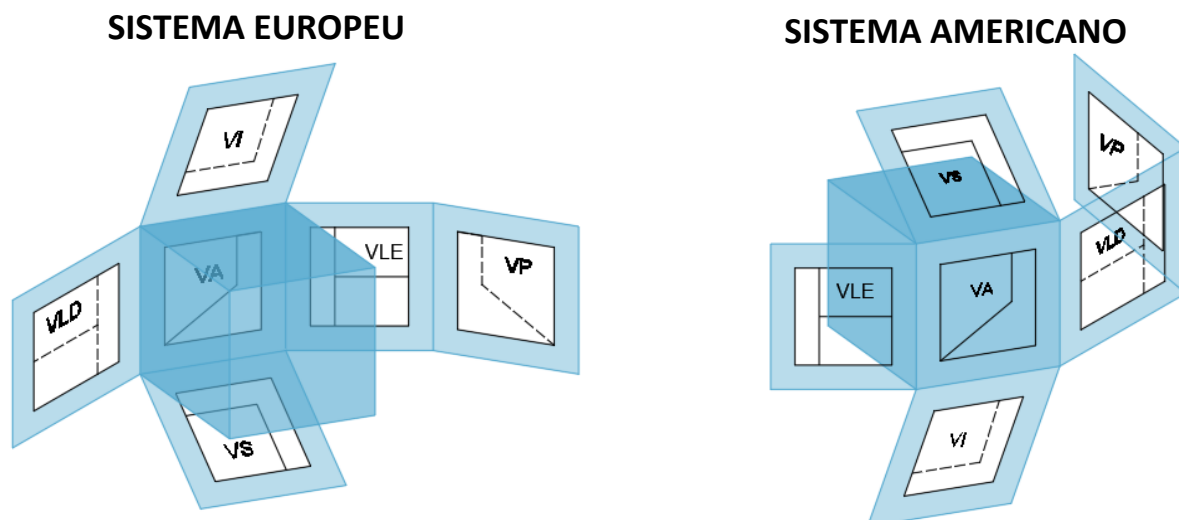
Figura 18 – Sistema de Projeção Europeu e Americano



Fonte: Baseado em dibujotecnico.com.

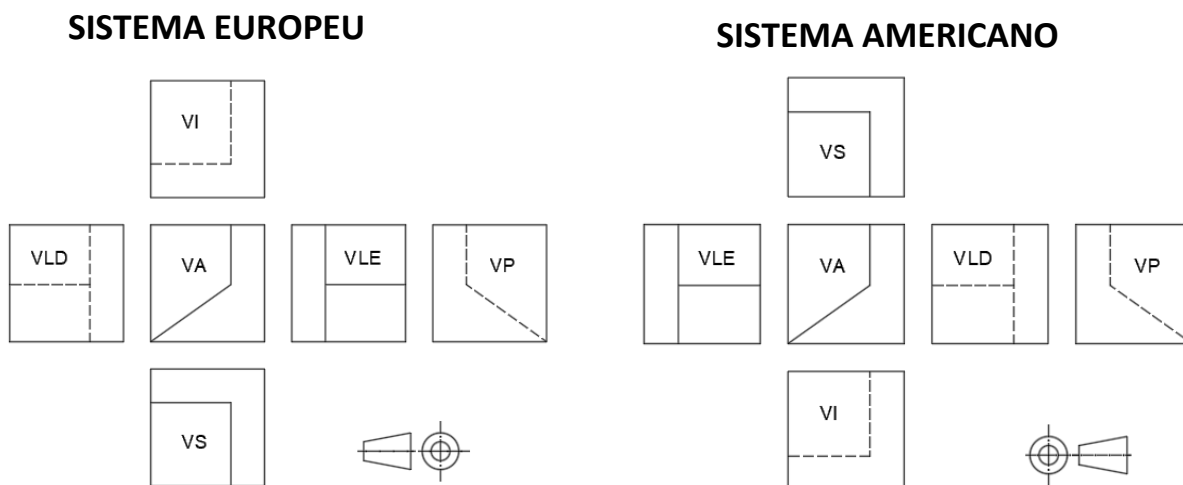
O desdobramento dos planos de projeção, em cada um dos sistemas, gera vistas ortográficas posicionadas de forma diferenciada, conforme pode ser observado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 – Desdobramento dos planos de projeção no sistema europeu e americano



Fonte: Baseado em dibujotecnico.com.

Figura 20 – Posicionamento de vistas ortográficas no sistema europeu e americano



Fonte: Baseado em dibujotecnico.com.

No entanto, a única diferença entre os dois sistemas é a posição entre os pares de Vistas Ortográficas. As vistas são **EXATAMENTE** iguais. **NÃO** há inversão ou troca de visibilidade. No Brasil aborda-se o sistema europeu. No caso de, por algum motivo, utilizar-se a representação no sistema americano, o desenho deverá, necessariamente, ser acompanhado do símbolo de identificação desse sistema.

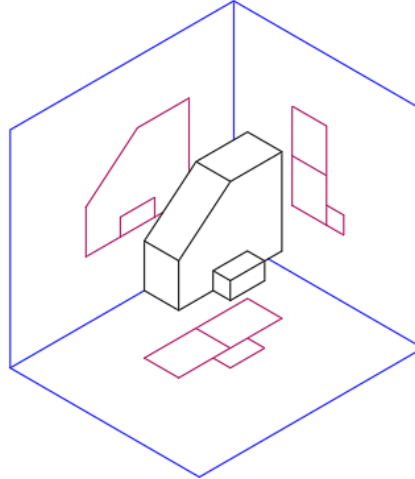
Nota-se ainda que, as arestas do objeto que o observador não consegue visualizar em determinada posição (devido a ficarem escondidas), são representadas em linha tracejada, sendo denominadas “linhas não visíveis”.

As Normas Técnicas Brasileiras que abordam as Vistas Ortográficas é a NBR 10647 e a NBR 10067. Dependendo das suas especificidades, são classificadas em vistas comuns, vistas seccionais e vistas auxiliares, abordadas a seguir.

4 VISTAS COMUNS

As vistas comuns são aquelas obtidas a partir da projeção de um objeto sobre planos de projeção, ortogonais entre si, que circunscrevem o mesmo. O espaço tridimensional permite posicionar três planos ortogonais entre si (x,y ou x,z ou y,z).

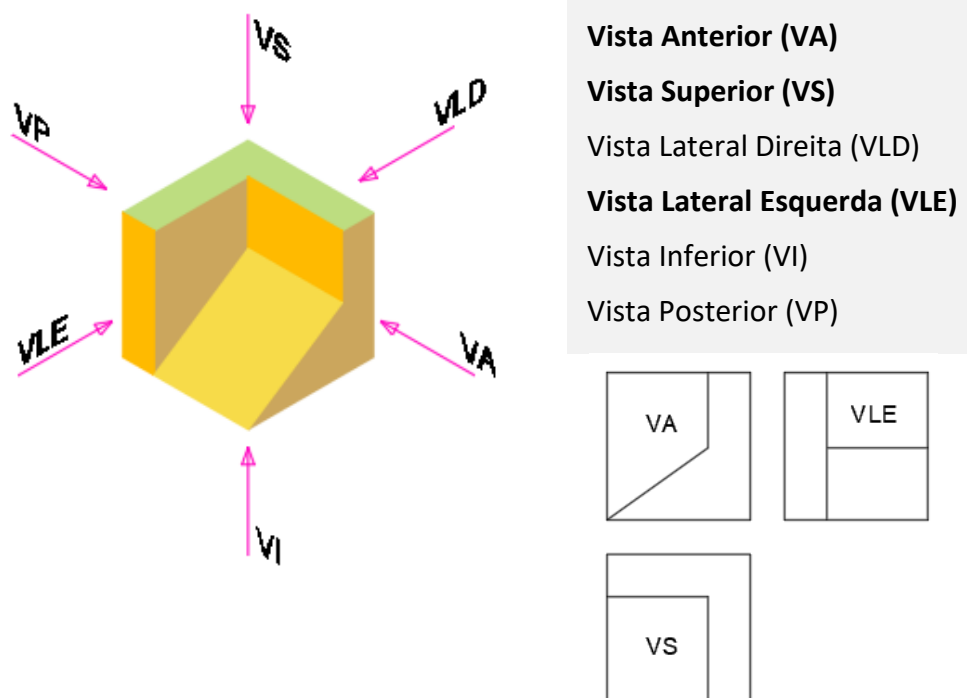
Figura 21 – Projeções em planos ortogonais



Fonte: A autora, 2020.

Cada objeto possui seis vistas ortográficas comuns. No entanto, como as vistas denominadas opostas (superior/inferior, lateral direita/esquerda, posterior/frontal) possuem (dependendo da complexidade do objeto) informações muito parecidas, normalmente utiliza-se três vistas para representar um sólido: vista frontal, superior e lateral esquerda (Figura 22) .

Figura 22 – Vistas ortográficas principais



Vista Anterior (VA)

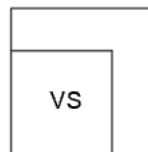
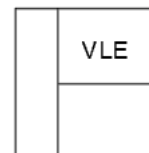
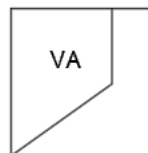
Vista Superior (VS)

Vista Lateral Direita (VLD)

Vista Lateral Esquerda (VLE)

Vista Inferior (VI)

Vista Posterior (VP)

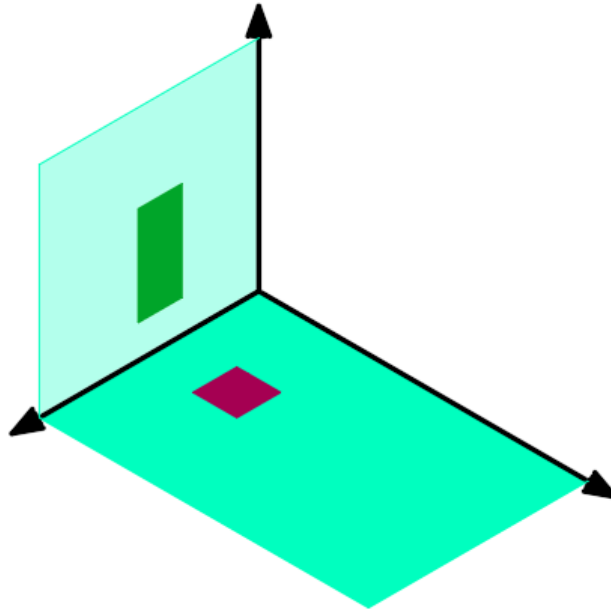


Fonte: Baseado em www.dibujotecnico.com.

Portanto, verifica-se que, para representar um objeto, é recomendado, na maioria dos casos, o uso de três vistas ortográficas. Esse número irá aumentar proporcionalmente à complexidade da forma do sólido abordado.

Uma quantidade menor que três vistas, em alguns casos, poderá demonstrar-se insuficiente para representar, com precisão, o sólido correspondente, pois possivelmente permitirão múltiplas interpretações, conforme demonstrado nas Figuras 23, 24 e 25. Para melhor entender essa questão, analise a Figura 23. Qual sólido está representado pelas duas vistas ortográficas (superior e frontal)?

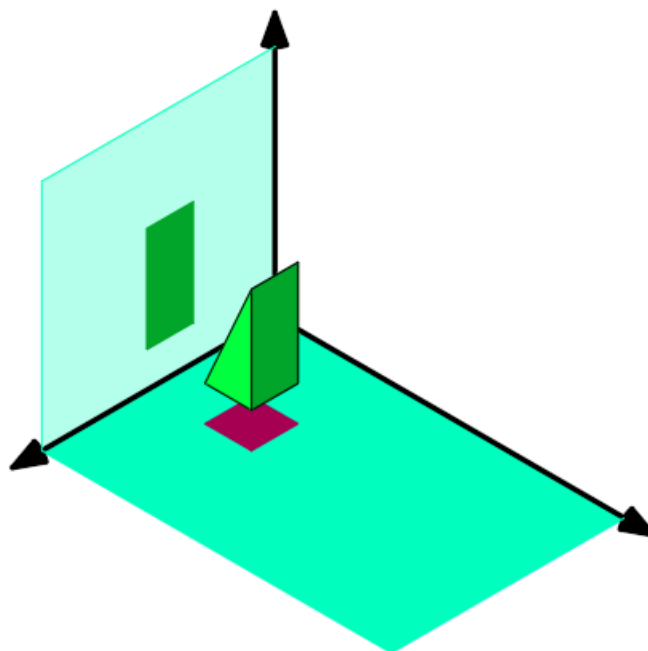
Figura 23 – Vistas ortográficas de objetos



Fonte: A autora, 2020.

O resultado pode ser visualizado na Figura 24.

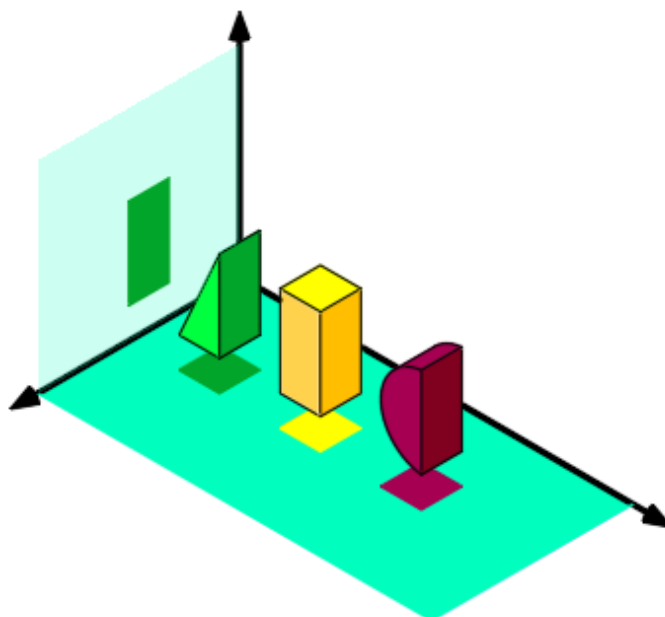
Figura 24 – Sólido resultante



Fonte: A autora, 2020.

Mas outros sólidos também poderiam ser representados pelas mesmas vistas, como exposto na Figura 25. Logo, para não gerar confusões ou imprecisões, a representação da terceira vista, normalmente, torna-se fundamental.

Figura 25 – Sólidos resultantes



Fonte: A autora, 2020.

4.1 ESCOLHA DAS VISTAS

Segundo a NBR 10067, “a vista mais importante de uma peça deve ser utilizada como vista frontal ou principal”. Nesse sentido, **primeiramente** identifica-se a **vista mais relevante** levando-se em consideração:

- A melhor posição do objeto em relação aos planos de projeção, estando a peça na sua posição de trabalho: a que possuir maior distância horizontal e/ou fornecer mais informações.
- Quando duas vistas opostas (anterior e posterior) forem iguais, adota-se como vista anterior a que tiver a vista lateral esquerda mais característica.

Nota-se que, uma vez definida a vista frontal, ficam automaticamente determinadas as vistas laterais esquerda e direita (VLE e VLD), bem como a vista superior (VS), posterior (VP) e inferior (VI).

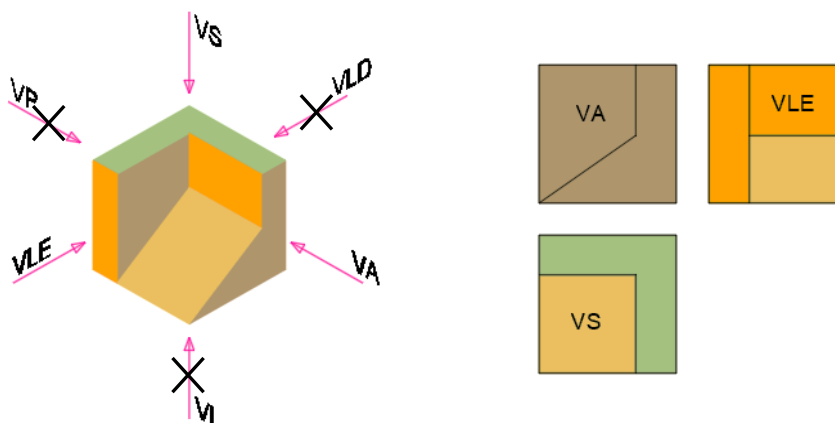
O próximo passo é analisar quais das 6 vistas ortográficas são necessárias e suficientes para representar o objeto de modo inequívoco.

Para solucionar essa questão é preciso verificar os seguintes critérios:

- Necessariamente a vista frontal está automaticamente selecionada;
- Examina-se cada dupla de vistas opostas para verificar se ambas são necessárias à perfeita representação do objeto. Caso estejam repetindo a maioria das informações, elimina-se a menos representativa. Se as duas apresentarem o mesmo número de elementos, mantém-se a mais habitual. Outro fator de preferência é aquela que possui mais arestas visíveis.

Aplicando esses critérios no sólido a seguir, por exemplo, verifica-se que as faces A e D são as mais significativas, pois apresentam um número maior de informações sobre o objeto. Qualquer uma delas poderia ser a principal, porém, neste caso, adota-se a face A como frontal, pois dessa forma é possível visualizar, na perspectiva, as vistas lateral esquerda (habitual). A seguir, analisando cada dupla de vista oposta, conclui-se que estão exibindo as mesmas informações. Então, opta-se por utilizar as habituais, até mesmo porque são as que contém mais arestas visíveis (Figura 26).

Figura 26 – Escolha das vistas necessárias e suficientes do sólido

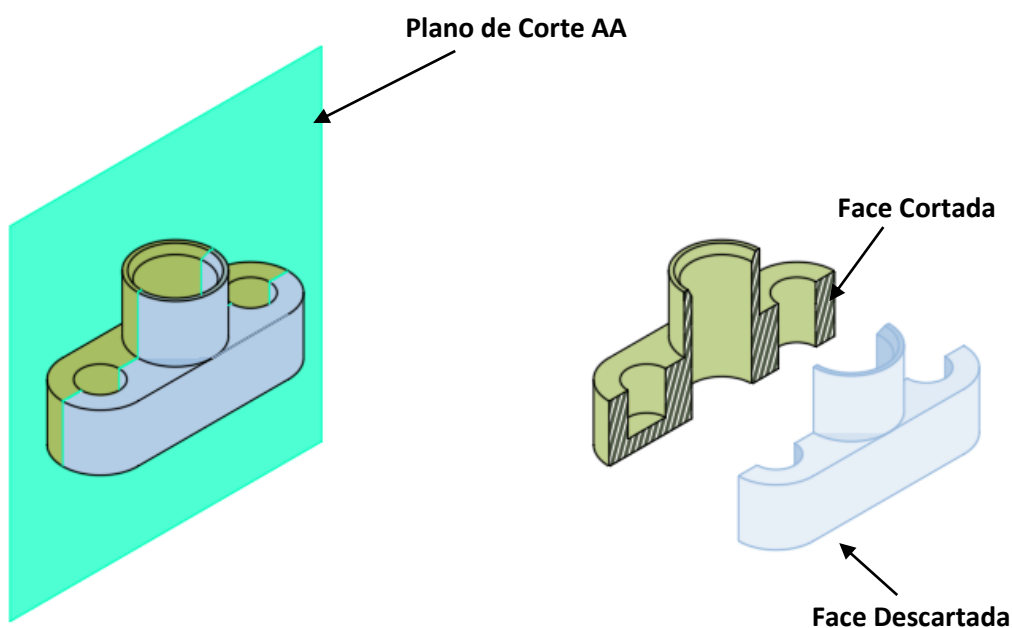


Fonte: Baseado em www.dibujo.com.

5 VISTAS SECCIONAIS

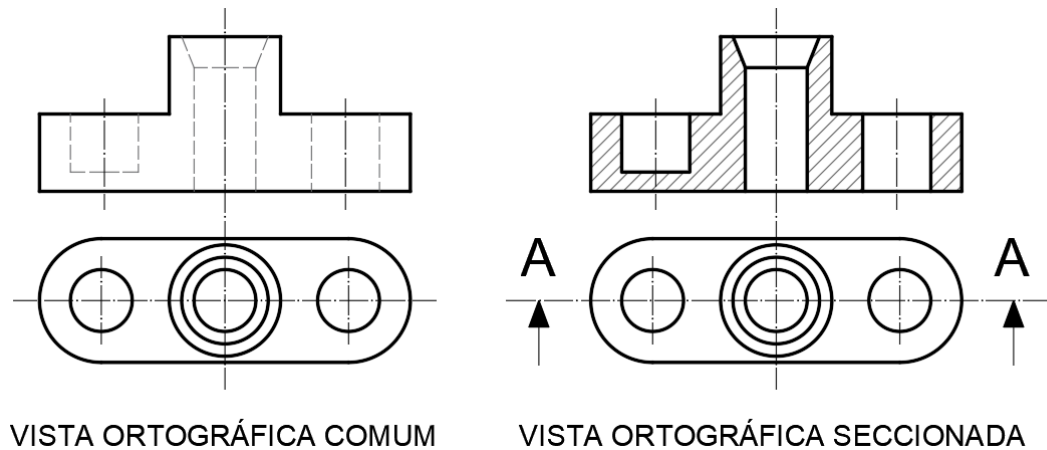
Alguns sólidos são tão complexos internamente que apenas as vistas ortográficas comuns não são suficientes para representá-los na íntegra, com precisão. Nesses casos torna-se necessário a realização de cortes, ou seja, idealiza-se a interseção de um ou mais planos secantes sobre o sólido em estudo. Dessa forma, elimina-se o volume resultante situado entre o observador e o plano de corte e representa-se a vista ortográfica da porção restante, denominada **vista seccional** (Figuras 27 e 28).

Figura 27 – Concepção de vista seccional



Fonte: Adaptado de dibujotecnico.com.

Figura 28 – Vistas seccionais



Fonte: Adaptado de dibujotecnico.com.

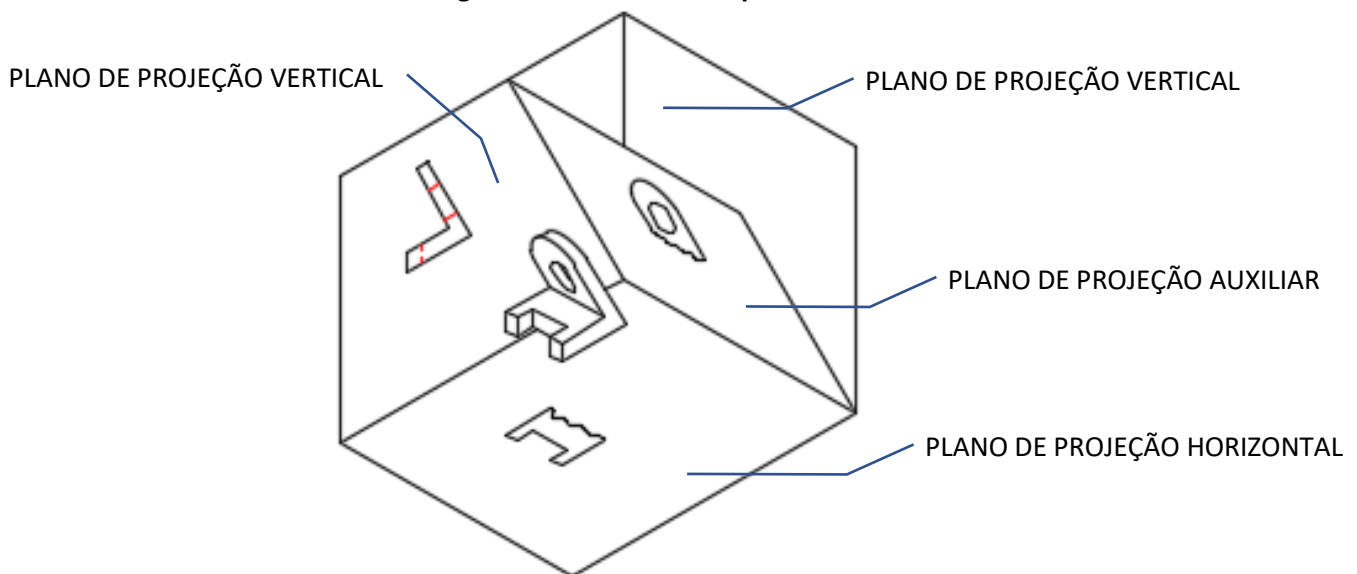
Dessa forma, através das vistas seccionais, torna-se possível expor, com exatidão, os detalhes internos dos sólidos. Por consequência, algumas arestas anteriormente não visíveis nas vistas comuns (tracejadas), tornam-se visíveis (linhas contínuas), uma vez que passam a ser observadas na vista seccional.

6 VISTAS AUXILIARES

Alguns objetos possuem uma ou mais faces inclinadas ou oblíquas de modo a não se encontrarem paralelas a nenhum dos planos comuns de projeção. Quando isso ocorre, por consequência, nenhuma das seis vistas ortográficas comuns apresentará a projeção, em verdadeira grandeza (medida real), dessas faces. Nesses casos, torna-se necessário a utilização de um ou mais planos auxiliares de projeção, até obter-se a VG dessas faces.

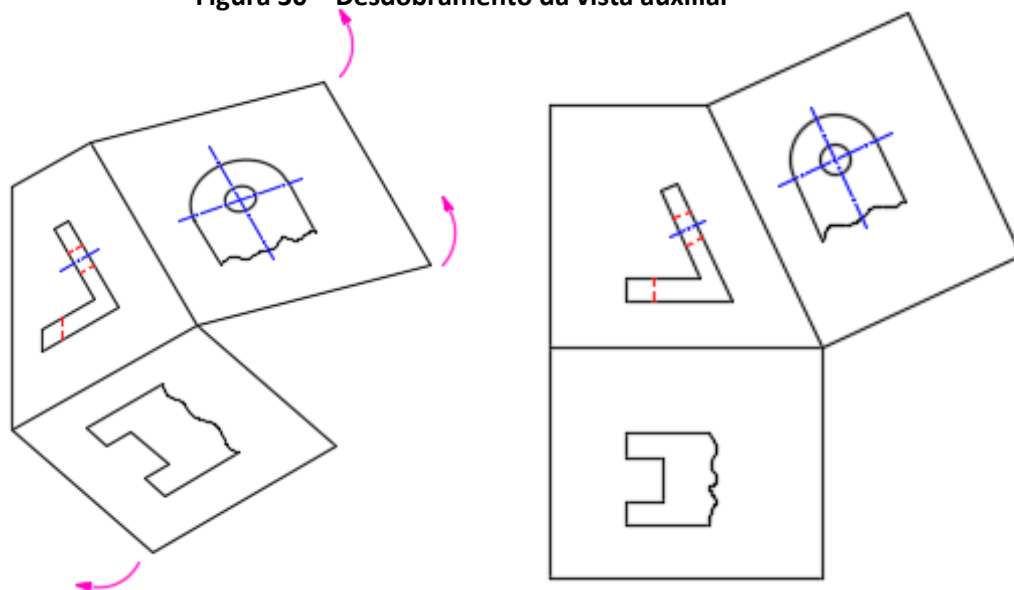
No caso de faces inclinadas a utilização de um plano auxiliar é suficiente para a obtenção da sua VG. Para isso ele é posicionado paralelo à face inclinada (Figuras 29 e 30), de modo então a possibilitar a projeção, em VG, da respectiva face. Por consequência, a vista projetada neste plano auxiliar é denominada vista auxiliar.

Figura 29 – Vista auxiliar paralela à face inclinada



Fonte: Adaptado da Apostila de Desenho Aplicado à Automação e Controle, PUC/Goiás.

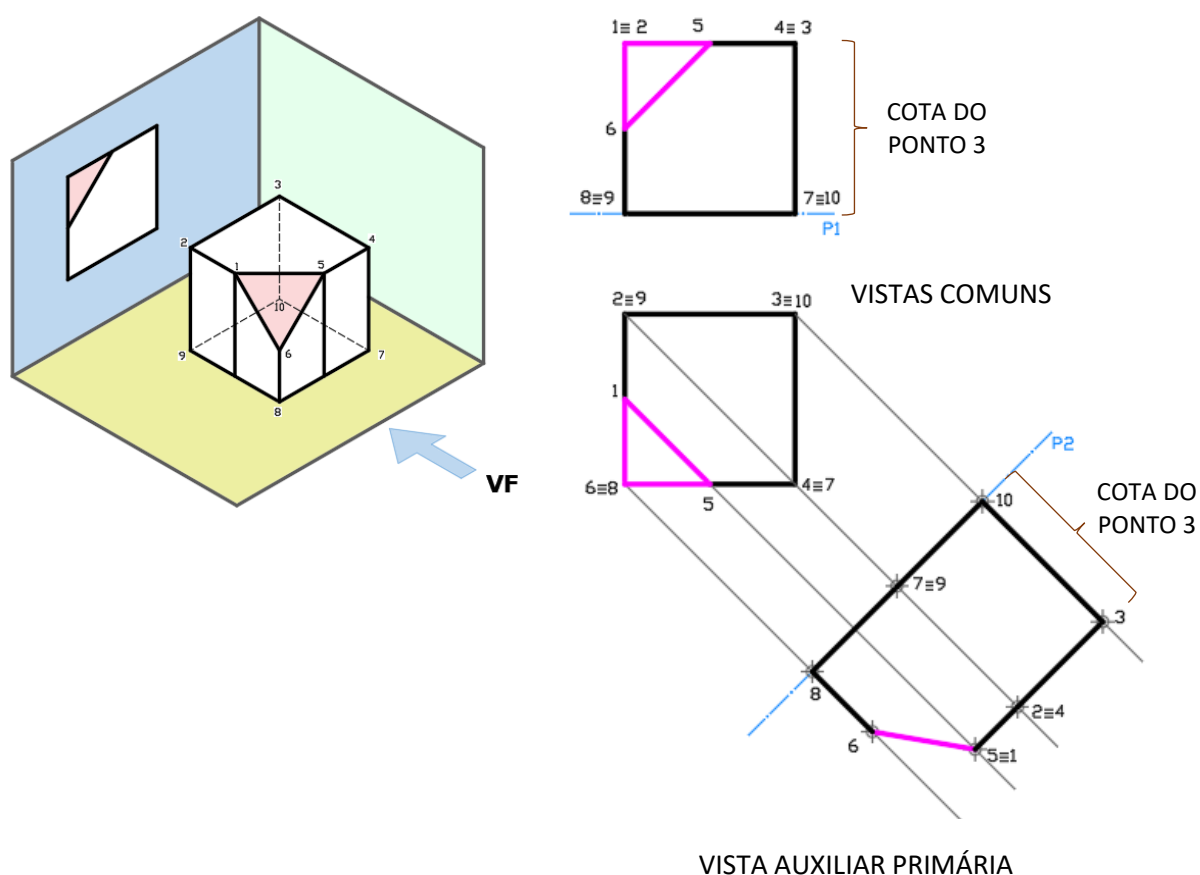
Figura 30 – Desdobramento da vista auxiliar



Fonte: Adaptado da Apostila de Desenho Aplicado à Automação e Controle, PUC/Goiás.

Já em planos oblíquos, torna-se necessário a utilização de dois planos auxiliares de projeção. Primeiramente é preciso obter a **projeção acumulada** da face oblíqua. Para isso posiciona-se o plano auxiliar primário (P2) perpendicular à projeção horizontal de uma reta horizontal do sólido (Figura 31).

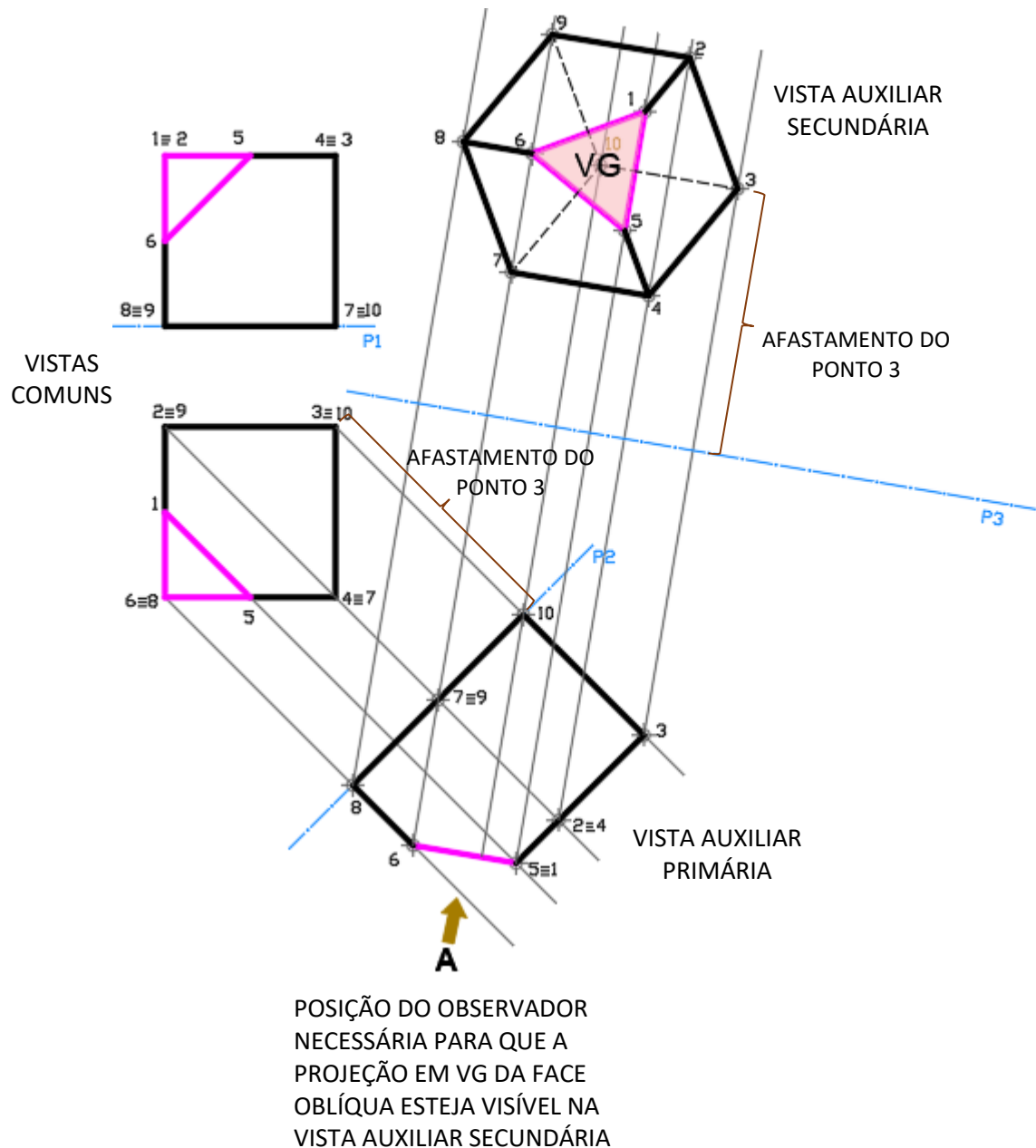
Figura 31 – Construção da vista auxiliar primária



Fonte: A autora, 2020.

Após, posiciona-se o plano auxiliar secundário (P3) paralelo à face acumulada, obtendo a sua projeção em VG (Figura 32). Portanto, é importante ressaltar, que **nem todas as vistas auxiliares contêm a VG** da face em estudo, algumas apresentam a sua **projeção acumulada**. Outra questão importante refere-se à **visualização** da projeção da face oblíqua em VG. Deve-se ter o cuidado de posicioná-la sempre de forma **visível** na vista auxiliar secundária.

Figura 32 – Obtenção da verdadeira grandeza da face oblíqua



Fonte: A autora, 2020.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apostila de Desenho Aplicado à Automação e Controle. PUC/Goiás. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/8053/material/Aula%2007%20-%20Vistas%20auxiliares.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2020.

CARCASSI, Matteo. **Ficheiro Voo.** Perspectiva Militar. 2012. Disponível em: <<https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Voo.jpg>>. Acesso em 09 Mai. 2020.

Dicionário Michaelis *Web*. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em 09 Mai. 2020.

GIESECKE, Frederick E. **Comunicação Gráfica Moderna.** Frederick E Giesecke, Alva Mitchel, Henry Cecil Spencer, Ivan Leroy Hill, John Thomas Dygdon, James Novak e Shawna Lockhart. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GOODMAN, Marla; JOHNSON, Cindy, LOCKHART, Shawna E. **Visualization and Sketching.** In Modern Graphics Communication, 5th Edition. LOCKHART, Shawna E.; GOODMAN Marla; JOHNSON, Cindy. Peachpit Press. Disponível em: <<https://www.peachpit.com/articles/article.aspx?p=2873372&seqNum=26>>. Acesso em 14 Jul 2020.

GOUVEIA, Magaly. **Como Pintar.** 2020. Disponível em: <<https://www.amopintar.com/perspectiva-com-dois-pontos-de-fuga>>. Acesso em 09 Mai. 2020.

RODRIGUES JÚNIOR, Fernando José Nunes; MACHADO, Anna Virgínia. **Perspectiva Cavaleira.** 2020. Disponível em: <https://desenhobasicouff.weebly.com/uploads/7/1/0/5/7105339/projeto_cavaleira_mk3.pdf>. Acesso em 09_Mai. 2020.

MONTENEGRO, Gildo. **A Perspectiva dos Profissionais.** São Paulo : Edgard Blucher, 1983

NASCIMENTO, Luiz Antônio do. **Introdução à Geometria Descritiva.** 2012. Disponível em: <https://ladnascimento.files.wordpress.com/2012/09/aula5_projecoes.pdf>. Acesso em 13 Jul. 2020.

NBR 10647 **Desenho Técnico.** 1989.

NBR 10067 **Princípios gerais de representação em desenho técnico.** 1995.

Site Dibujo Tecnico. Disponível em: <<http://www.dibujotecnico.com/teoria-del-dibujo-tecnico>>. Acesso em 09 Mai. 2020.

SOUSA, João Vitor. **Desenho Básico-Aula 06.** Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/375893/>>. Acesso em 09 Mai. 2020.

TRAPANO, Patrizia Di. **Apostila de Perspectiva e Sombras.** 2011 . Disponível em: <<https://document.onl/documents/apostila-de-perspectiva-e-sombras.html>>. Acesso em 09 Mai. 2020.